

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

JASMIM SADIKA MOHAMED HUSSEIN

**LEVANTAMENTO DE PATOLOGIAS CAUSADAS POR
INFILTRAÇÕES DEVIDO À FALHA OU AUSÊNCIA DE
IMPERMEABILIZAÇÃO EM CONSTRUÇÕES RESIDENCIAIS NA
CIDADE DE CAMPO MOURÃO - PR**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO

2013

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

JASMIM SADIKA MOHAMED HUSSEIN

**LEVANTAMENTO DE PATOLOGIAS CAUSADAS POR
INFILTRAÇÕES DEVIDO À FALHA OU AUSÊNCIA DE
IMPERMEABILIZAÇÃO EM CONSTRUÇÕES RESIDENCIAIS NA
CIDADE DE CAMPO MOURÃO - PR**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, apresentado à Disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso Superior de Engenharia Civil, da Coordenação de Engenharia Civil – COECI da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do Título Bacharel.

Orientador: Prof. Msc. Roberto Widderski

CAMPO MOURÃO

2013

Dedico este trabalho à minha família, que me apoiou durante essa jornada.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por me guiar para este caminho em que pude adquirir aprendizado e dividir minhas experiências de vida.

À minha família, que me apoiou, especialmente à minha mãe, que me incentivou nesse trajeto, e me deu forças para alcançar meus objetivos.

Ao orientador Roberto Widerski, pela paciência e apoio.

Aos professores do curso de Engenharia Civil, por dividirem seu conhecimento comigo e meus colegas de classe e finalmente por todos que contribuíram para a realização desse Trabalho de Conclusão de Curso.

RESUMO

HUSSEIN, Jasmim S. M. **Levantamento de patologias causadas por infiltrações devido à falha ou ausência de impermeabilização em construções residenciais na cidade de Campo Mourão - PR.** 2013. 54f. Trabalho de Conclusão de Curso – Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2013.

Este trabalho tem por finalidade analisar algumas das causas dos problemas relacionados a impermeabilização, as patologias que podem surgir devido a esses problemas e algumas sugestões de como corrigir os mesmos. Na cidade de Campo Mourão, foram pesquisadas algumas amostras que apresentam determinados tipos de patologias, causadas possivelmente pela falta de impermeabilização ou erro em sua execução, onde notou-se que dificilmente esse processo é feito corretamente ou com os produtos indicados, o que torna difícil o reparo das mesmas, já que são trocados os produtos e serviços preventivos, por corretivos, causando retrabalho e custos adicionais aos donos das residências. Para garantir a viabilidade econômica e a durabilidade da construção, é necessário considerar o projeto de impermeabilização da obra, quais produtos utilizar e em quais locais são importantes a realização desse serviço.

Palavras-chave: Impermeabilização, patologias, viabilidade, durabilidade.

ABSTRACT

HUSSEIN, Jasmim S. M. **Survey of diseases caused by leakage due to failure or lack of waterproofing in residential buildings in the city of Campo Mourão - PR.** In 2013. 54. Completion of Course Work - Civil Engineering, Federal Technological University of Paraná, Campo Mourao, 2013.

This study aims to examine some of the causes of the problems related to waterproofing, the pathologies that can arise due to these problems and some suggestions for how to fix them. In the city of Campo Mourao, some samples were surveyed who have certain kinds of diseases, possibly caused by the lack of waterproofing or error in its execution where it was noted that this process is hardly done correctly or with the products listed, making it difficult repair them, as they leave the products are exchanged and preventive services, for correction, causing rework and additional costs to the owners of the residences. To ensure the economic viability and durability of construction, it is necessary to consider the project as proof of a work, which products to use, and which locations are performing this important service.

Keywords: Waterproofing, pathologies, feasibility, durability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fissuração vertical da alvenaria no canto da obra e fissura horizontal na base de alvenaria provocada por movimentação higroscópica.....	36
Figura 2: Exemplos de fissuras verticais ao longo da parede	37
Figura 3: Exemplo de fissura horizontal na base da parede	37
Figura 4: Fissuras, manchas e mofos em parede externa coberta	38
Figura 5: Modo de recuperação de fissuras recomendado	39
Figura 6: Recuperação de fissura em uma das residências visitadas	40
Figura 7: Presença de mofo em parede interna, sem exposição à umidade	41
Figura 8: Presença de mofo em parede interna, com exposição à umidade	41
Figura 9: Presença de mofo em muro com exposição à umidade	42
Figura 10: Bolhas em parede interna	43
Figura 11: Descascamento de tinta em parede externa, coberta	44
Figura 12: Destacamento de azulejo em banheiro.....	45
Figura 13: Destacamento de azulejo em parede externa coberta	46
Figura 14: Descolamento de piso.....	46
Figura 15: Recuperação de paredes revestidas com azulejos	47
Figura 16: Região em torno do ralo apresentando problemas por falta de impermeabilização.....	48
Figura 17: Presença de goteiras em lajes de forro, prejudicando parede	48
Figura 18: Presença de umidade em laje	49

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1: Características dos sistemas	18
QUADRO 2: Características impermeabilização rígida	20
QUADRO 3: Classificação das mantas segundo o desempenho	21
QUADRO 4: Classificação das mantas segundo o tipo de asfalto	22
QUADRO 5: Classificação das mantas segundo os revestimentos	22
QUADRO 6: Classificação das membranas moldadas <i>in loco</i>	23
QUADRO 7: Classificação das membranas sintéticas	24

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	12
2.1 OBJETIVO GERAL.....	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
3 JUSTIFICATIVA	13
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
4.1 PROJETO.....	15
4.2 LEVANTAMENTO DE DADOS	17
4.3 PRODUTOS	19
4.4 EXECUÇÃO	25
4.5 PATOLOGIAS	27
5 METODOLOGIA	32
6 RESULTADOS	34
6.1 FISSURAS.....	35
6.2 MOFO.....	40
6.3 PROBLEMAS GERAIS NA PINTURA.....	42
6.4 DESCOLAMENTO DE PISOS E AZULEJOS.....	44
6.5 CASOS DIVERSOS.....	47
7 CONCLUSÃO	50
REFERÊNCIAS	51
APÊNDICE: QUESTIONÁRIO DE PESQUISA	54

1 INTRODUÇÃO

A impermeabilização surgiu como forma de proteger o ambiente em que se habita das ações da umidade. Inicialmente, esse processo se resumia em uma barreira física, que impedia a passagem de fluidos, ou os escoava para algum lugar que visualmente não necessitava dessa proteção.

Com o aparecimento de problemas relacionados a esse costume, surgiram novas ideias sobre como tratar esse assunto, que hoje, além da ideia inicial, reúne também a finalidade de proteger as partes construtivas do edifício contra a degradação que a umidade pode causar nas mesmas.

Segundo o IBI (Instituto Brasileiro de Impermeabilização), em vários países a impermeabilização iniciou-se com o uso de óleo de baleia na mistura das argamassas de assentamento e revestimento. No Brasil, ela ganhou destaque na construção civil, e começou a ser normatizada em razão da construção do Metrô em São Paulo, que por ser uma obra de grande porte e enterrada, precisava de maior atenção nesse tema. Em seguida, para dar continuação ao trabalho, surgiu o Instituto Brasileiro de Impermeabilização, que ressaltou a importância do procedimento.

Apesar dos estudos realizados, do surgimento de tecnologias que inovaram os produtos que são utilizados e da obrigatoriedade do projeto de impermeabilização, pode-se afirmar que a impermeabilização não está presente em todas as obras, pois não é vista como viável economicamente, já que na maioria das vezes, recebe algum tipo de revestimento, até por questão de estética, o que a torna invisível depois do término da execução da obra. Além disso, por não ter função estrutural, acaba sendo menosprezada, e, na visão comum do consumidor, se torna algo dispensável.

Contudo, obtendo uma visão geral desse processo, nota-se que as patologias que surgem do excesso de umidade estão em grande número presentes nas construções, e que, os gastos são muito maiores para implantação dos sistemas de impermeabilização depois dos danos formados, do que previamente. Isso sem citar os graves problemas consequentes dessas falhas de construção, que se resumem, segundo Lonzetti (2010), na degradação da estrutura, decomposição de pinturas e nos estragos causados no revestimento, além de contribuir para o aparecimento de

fungos e bactérias que se proliferam em ambientes úmidos, e podem ser prejudiciais à saúde.

Tendo por base os vários fatores que influenciam direta ou indiretamente essas patologias, esse trabalho traz pesquisas bibliográficas relacionadas aos produtos e processos de impermeabilização, e ainda estudos feitos em obra, que tratam sobre a origem, reconhecimento e solução desses problemas.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar as manifestações patológicas provocadas pela infiltração de água, devido à ausência ou falha na impermeabilização, em residências compactas, na cidade de Campo Mourão –PR.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudar os tipos de impermeabilização mais comuns em construções do tipo residências unifamiliares, considerando as classificações recomendadas.
- Estudar os produtos mais indicados em cada elemento construtivo, analisando suas vantagens e desvantagens.
- Identificar as principais patologias que ocorrem nas construções:
 1. Devido aos erros de projeto;
 2. Devido à execução ou
 3. Devido ao desempenho da impermeabilização.
- Analisar os métodos mais fáceis e viáveis economicamente de solucionar os problemas encontrados.

3 JUSTIFICATIVA

A construção civil vem se preocupando em produzir obras com um índice pequeno de defeitos em curto prazo, isso porque o nível de exigência no mercado tem aumentado. Isso se deve ao desenvolvimento de novas tecnologias que são implantadas até mesmo nas obras mais simples, além do aperfeiçoamento na compatibilização de projetos, o que gera obras mais atualizadas e adaptáveis para cada tipo de uso.

Mesmo com a globalização de informações para a melhoria tanto de projetos quanto de execução das obras, ainda existem muitas patologias que causam uma grande insatisfação durante o uso da edificação. Nesta pesquisa, o foco será direcionado para as falhas causadas pela infiltração de umidade nas construções, o que traz como consequências não só o desconforto no ambiente, mas também pode acarretar diversos outros problemas graves, chegando até ao desuso da edificação.

Apesar da modificação no modo de construção, que passou do formato de corretivo para preventivo, algumas partes incluídas nos projetos ainda são difíceis de serem encaixadas no planejamento de determinadas obras. Como exemplo temos a impermeabilização, que segundo a ABNT NBR9575:2003 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2003) é o produto resultante de um conjunto de elementos construtivos que tem por objetivo proteger as construções contra a ação deletéria de fluidos, de vapores e da umidade; produto (conjunto de componentes ou o elemento) resultante destes serviços. Geralmente a impermeabilização é composta de um conjunto de camadas, com funções específicas. Além disso, essa mesma norma cita a obrigatoriedade de um projeto básico destinado à impermeabilização em determinadas obras, em execução ou sujeitas a acréscimo ou reformas.

Tendo em foco as patologias causadas pela impermeabilização incorreta ou até a inexistência da mesma, atenta-se para o uso de produtos flexíveis ou rígidos, conforme a necessidade dos substratos a serem impermeabilizados. Nesse caso serão comparados os serviços realizados em lajes, banheiros, varandas, baldrame e caixas d'água, por serem elementos mais comuns em construções residenciais.

Nesse contexto através de pesquisas direcionadas a esse campo, surgem questões sobre a origem dos problemas causados não só pelas condições de uso, mas também por descuidos no momento da execução ou da compatibilização de

projetos, que serão estudados nessa pesquisa, a fim de detectar e reconhecer os principais motivos dessas falhas e posteriormente procurar maneiras eficientes e viáveis de resolvê-las.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A impermeabilização na construção civil é uma técnica em que se aplicam produtos específicos para proteger as diversas áreas de um imóvel contra a ação de fluidos que podem danificar os elementos construtivos do mesmo. A falta de impermeabilização gera retrabalho, além de trazer prejuízos e causar danos à saúde, portanto, o seu projeto é de relevante importância.

4.1 PROJETO

Segundo a ABNT NBR9575:2003 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2003), o projeto de impermeabilização se divide em dois: o projeto básico e o projeto executivo. O projeto básico contém as informações fundamentais para que a impermeabilização seja feita de modo correto, cumprindo sua função de proteger a construção da umidade. Ele deve ser realizado para obras de edificações multifamiliares, comerciais e mistas, industriais, bem como para túneis, barragens e obras de arte, pelo mesmo responsável pelo projeto legal de arquitetura, conforme definido na ABNT NBR13532:1995 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2003, 1995). O projeto executivo é a união de informações baseadas no projeto básico de impermeabilização, porém possui especificações detalhadas de todos os sistemas de impermeabilização a serem utilizados na construção. Além disso, o referido projeto deve ser feito levando em consideração a existência dos projetos arquitetônico, estrutural, hidráulico-sanitário, águas pluviais, gás e elétrico, para não ocasionar problemas com sobrecargas, detalhamentos, e até mesmo com a estética do prédio.

O projeto deve conter os locais a serem impermeabilizados, além dos detalhamentos construtivos para que haja a compatibilização com os demais projetos. Além disso, seguindo as normas necessárias, e levando em conta o substrato a ser impermeabilizado e às ações que ele foi projetado para resistir, o projeto deve conter ainda o tipo de impermeabilização que será utilizada, podendo ser mais de um tipo em uma única obra. Assim sendo, seguindo as referências

normativas da ABNT NBR9575:2003 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2003), temos dois tipos de impermeabilização:

A impermeabilização flexível, ou seja, que está sujeita à fissuração, deve ser:

- a) membrana de asfalto modificado sem adição de polímero;
- b) membrana de asfalto modificado com adição de polímero elastomérico;
- c) membrana de emulsão asfáltica;
- d) membrana de asfalto elastomérico em solução;
- e) membrana elastomérica de policloropreno e polietileno clorossulfonado;
- f) membrana elastomérica de poliisobutileno isopreno (I.I.R), em solução;
- g) membrana elastomérica de estireno-butadieno-estireno (S.B.S.);
- h) membrana de poliuretano;
- i) membrana de poliuréia;
- j) membrana de poliuretano modificado com asfalto;
- l) membrana de polímero modificado com cimento;
- m) membrana acrílica;
- n) manta asfáltica;
- o) manta de acetato de etilvinila (E.V.A.);
- p) manta de policloreto de vinila (P.V.C.);
- q) manta de polietileno de alta densidade (P.E.A.D.);
- r) manta elastomérica de etilenopropilenodieno-monômero (E.P.D.M.);
- s) manta elastomérica de poliisobutileno isopreno (I.I.R).

A impermeabilização rígida, que não está sujeita à fissuração, deve ser:

- a) argamassa impermeável com aditivo hidrófugo;
- b) argamassa modificada com polímero;
- c) argamassa polimérica;
- d) cimento cristalizante para pressão negativa;
- e) cimento modificado com polímero;
- f) membrana epoxídica.

Através dessas informações, e do conhecimento da obra específica para qual o projeto é elaborado, deve-se analisar cada elemento a ser impermeabilizado, e chegar a uma solução que será exposta no projeto, tendo conhecimento que essa impermeabilização deve atender às exigências contidas em normas específicas, que resumem-se em:

1. Resistir as cargas que atuarão sobre a impermeabilização;

2. Resistir aos movimentos que ocorrerão, tanto por dilatação térmica como por dinâmica da estrutura;
3. Resistir ao desgaste resultante do tempo de uso ou intempéries;
4. Resistir as pressões dos fluídos a qual estará submetida.

4.2 LEVANTAMENTO DE DADOS

A impermeabilização interfere na vida útil de uma construção, pois protege as estruturas contra a ação nociva da umidade. Ela tem a função de formar uma barreira que contém a propagação da umidade e evita infiltrações. Consequentemente, esta previne o descolamento de azulejos, aparecimento de manchas de bolor, surgimento de goteiras e corrosão de armaduras.

Os impermeabilizantes são utilizados em diversos locais da construção, tanto na parte estrutural como na vedação, e apresentam maior importância nas áreas molhadas, que geralmente ocasionam os principais problemas relacionados à umidade. As soluções que o mercado oferece são múltiplas, e podem atender as demandas da construção, suprimindo as necessidades específicas de cada obra.

Basicamente, esses produtos dividem-se em dois grupos: rígidos e flexíveis, como mostra o quadro 1.

Para escolher o tipo de sistema impermeabilizante deve-se adquirir informações sobre a instabilidade, intempéries e cargas em movimento nas quais cada parte da estrutura está submetida, e assim definir o tipo de impermeabilização.

A impermeabilização rígida é comumente encontrada como argamassa industrializada ou aditivo para argamassa ou concreto, onde, segundo a ABNT NBR9689:1986 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1986), é um produto de natureza mineral ou inorgânica, que adicionado a mistura, reduz a permeabilidade desses sistemas. Como não é resistente a grandes movimentações, geralmente é utilizada nas partes enterradas do edifício, e exige aplicações mais detalhadas, pois pelo fato de ser aplicada úmida e não ter grande resistência mecânica segue a forma da estrutura, logo, a presença de fissuras ou outras imperfeições pode

comprometer seu rendimento. Porém, se devidamente executada, após sua cura, garante a proteção da construção contra fluidos e umidade.

QUADRO 1 – Características dos sistemas

	RÍGIDOS	FLEXÍVEIS
Aplicações indicadas	Sua aplicação é recomendada para as partes mais estáveis da edificação. São locais menos sujeitos ao aparecimento de trincas e fissuras, que poderiam comprometer a impermeabilização. Por isso, sua principal utilização ocorre em fundações, pisos internos em contato com o solo, contenções e piscinas enterradas.	A elasticidade desses produtos faz com que eles sejam mais indicados para estruturas sujeitas a movimentações, vibrações, insolação e variações térmicas (dilatações e contrações). Portanto, são mais usados em lajes (térreo e cobertura), banheiros, cozinhas, terraços e reservatórios elevados.
Como são vendidos	Como aditivos para argamassa ou como argamassa industrializada. Também são encontradas misturas aplicadas em forma de pintura, formando um revestimento impermeável.	Os sistemas flexíveis são encontrados na forma de mantas, aderidas ou não à estrutura. Também fazem parte desse grupo misturas moldadas no local, que, depois de secas, formam uma membrana elástica protetora.
Exemplos	<ul style="list-style-type: none"> • Argamassas impermeabilizantes • Cimentos poliméricos • Cristalizantes • Resinas epóxi 	<ul style="list-style-type: none"> • Mantas asfálticas • Membranas asfálticas moldadas no local (a quente ou a frio) • Mantas de PEAD, PVC, EPDM • Membranas de poliuretano, de poliureia, resinas acrílicas, etc.

FONTE: Equipe de Obra (2012, p. 16)

Já a impermeabilização flexível é vendida em forma de mantas, que podem ser pré-fabricadas ou moldadas in loco, podem ser aplicadas a quente ou a frio, e incorporam-se no local da aplicação, garantindo estanqueidade mesmo com a estrutura se movimentando.

4.3 PRODUTOS

O mercado atualmente disponibiliza variados tipos de produtos impermeabilizantes, cada um com sua maneira de preparação e aplicação, onde deve ser feito um estudo para saber qual tipo de impermeabilização utilizar nos componentes da obra. Após reconhecer a classificação dos impermeabilizantes, deve-se analisar o produto a ser utilizado, levando em consideração a qualidade do mesmo, através da importância do seu papel na obra, e da relação custo-benefício.

De acordo com a ABNT NBR11905:2003 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1992) o fornecimento dos produtos deve ser em embalagens totalmente fechadas, e deve conter os seguintes dados:

- a) denominação comercial;
- b) finalidade;
- c) características e consumo;
- d) peso líquido;
- e) condições de armazenamento;
- f) prazo máximo de estocagem;
- g) data de fabricação.

Entre os produtos existentes hoje encontram-se alguns muito restritos quanto a sua aplicação como a tinta marítima, que apesar dos seus benefícios, tem um custo elevado, e a borracha líquida, que geralmente é utilizada em construções com grandes movimentações, por ser um dos produtos mais flexíveis encontrados no mercado. Apesar da existência desses produtos de alto desempenho, existem alguns mais comuns, e logo mais utilizados, por apresentarem bom desempenho e serem mais acessíveis economicamente.

Estes são os citados abaixo, divididos conforme suas funcionalidades e suas classificações:

IMPERMEABILIZAÇÃO RÍGIDA

QUADRO 2 – Características impermeabilização rígida

PRODUTO	CARACTERÍSTICAS	APLICAÇÕES
Cristalizantes	São compostos químicos de cimentos aditivados, resinas e água. O produto é aplicado diretamente sobre a estrutura a ser impermeabilizada. Ao entrar em contato com a água de infiltração, cristaliza-se e preenche os poros do concreto, constituindo uma barreira impermeável.	Áreas sujeitas à umidade, reservatórios enterrados, baldrames, piscinas enterradas, entre outros.
Argamassa Impermeável	São argamassas de cimento e areia que adquirem propriedades impermeáveis com a mistura de aditivos que repelem a água (hidrofugantes), líquidos ou em pó. Devem ser aplicadas em locais não sujeitos a trincas e à fissuração, no emboço de revestimento de baldrames e paredes e no assentamento de alvenarias em contato com o solo.	Baldrames, piscinas, subsolos, pisos em contato com o solo, argamassa de assentamento de alvenaria, etc.
Argamassa polimérica	Argamassas industrializadas disponíveis no mercado na versão bicomponente, (cimento aditivado e resinas líquidas), devendo ser misturadas e homogeneizadas antes da aplicação. Formam um revestimento impermeável e resistente à umidade e ao encharcamento.	Reservatórios e piscinas enterrados, subsolos, paredes, pisos frios, baldrames, etc.
Cimento polimérico	Revestimento impermeabilizante semiflexível aplicado com trincha ou broxa. É um sistema bicomponente (componente em pó com fibras e componente líquido) que forma uma pasta cimentícia resistente à umidade que sobe pelas paredes e pela fundação. Ideal para áreas enterradas.	Reservatórios enterrados, baldrames, floreiras sobre terra, muro de arrimo, poço de elevador, etc.
Epóxi	Impermeável à água e ao vapor, é um revestimento com grande resistência mecânica e química. À base de resinas epóxi, bicomponente, com ou sem adições, é indicado para impermeabilização e proteção anticorrosiva de estruturas de concreto, metálicas e argamassas.	Tanques de armazenamento de produtos químicos, tubos metálicos.

FONTE: Equipe de Obra (2012, p. 17)

IMPERMEABILIZAÇÃO FLEXÍVEL

Esse tipo de impermeabilização pode ser dividido em três grupos, que são basicamente as mantas que utilizam composto asfáltico, as membranas moldadas in loco e as membranas sintéticas.

As mantas asfálticas, utilizadas em grande quantidade na impermeabilização, são indicadas para locais com grandes áreas a serem impermeabilizadas, e, segundo a ABNT NBR9952:1998 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1998) podem ser classificadas como tipo I, II, III e IV, utilizando como parâmetros ensaios realizados para verificação de espessura, resistência à tração, absorção d'água, flexibilidade a baixa temperatura, escorrimento, estabilidade dimensional, entre outros. Porém, pela grande diversidade de produtos, são geralmente classificadas no mercado de acordo com o desempenho, o tipo de asfalto e os revestimentos utilizados, de acordo com o quadro 3:

QUADRO 3 - Classificação das mantas segundo o desempenho

TIPO	CARACTERÍSTICA	APLICAÇÕES
I	São mantas de desempenho básico. Com resistência mecânica e elasticidade mais baixas, são indicadas para locais com pouco trânsito e carregamentos leves. Este tipo praticamente não é usado nas obras brasileiras.	Pequenas lajes não expostas ao sol, banheiros, cozinhas, varandas, baldrame, vigas-calha, etc.
II	Produto com resistência mecânica adequada a situações leves e moderadas, como o de áreas internas residenciais, pequenas lajes e fundações. Também podem ser usadas em impermeabilizações com mantas duplas.	Lajes sob telhados, banheiros, cozinhas, varandas, baldrame, etc.
III	Mantas de elasticidade e resistência mecânica elevadas, desenvolvidas para a impermeabilização de estruturas sujeitas a movimentações e carregamentos típicos de um edifício residencial ou comercial.	Lajes maciças, pré-moldadas, steel deck, terraços, piscinas, camadas de sacrifício em sistema de dupla manta, etc.
IV	Trata-se de material de alto desempenho e maior vida útil. São indicadas para estruturas sujeitas a maiores deformações por dilatação ou por grandes cargas, como obras viárias e de infraestrutura.	Lajes de estacionamentos, tanques e espelhos d'água, túneis, viadutos, rampas, helipontos, etc.

FONTE: Equipe de Obra (2012, p. 18)

QUADRO 4 - Classificação das mantas segundo o tipo de asfalto

TIPO	CARACTERÍSTICAS
Elastoméricas	Os elastômeros são substâncias que, misturadas ao asfalto, tornam a manta mais elástica.
Plastoméricas	As mantas feitas com asfaltos misturados a plastômeros apresentam boa resistência mecânica, térmica e química.

FONTE: Equipe de Obra (2012, p. 18)

QUADRO 5 - Classificação das mantas segundo os revestimentos

TIPO	CARACTERÍSTICAS
Polietileno	As mantas com acabamento em polietileno são desenvolvidas para aplicação com maçarico.
Areia	As mantas com acabamento em areia são desenvolvidas para aplicação com asfalto quente ou maçarico.
Alumínio	Desenvolvido para impermeabilização de coberturas e lajes sem proteção mecânica e sem trânsito de pessoas ou veículos, o revestimento em alumínio na face exposta é resistente aos raios solares e proporciona relativo conforto térmico à edificação.
Geotêxtil	Desenvolvido para impermeabilizar lajes sem proteção mecânica e sem trânsito de pessoas ou veículos. O revestimento com material geotêxtil na face exposta é preparado para receber pinturas refletivas.
Ardoziado	Desenvolvido para impermeabilizar lajes sem proteção mecânica e sem trânsito de pessoas ou veículos. O revestimento com ardósia natural e grânulos minerais na face exposta dá acabamento final à superfície e protege a manta contra a ação dos fenômenos climáticos.
Antirraiz	Para uso em jardineiras, o produto recebe tratamento com produtos que inibem o crescimento de raízes (herbicidas), para que elas não danifiquem a impermeabilização.

FONTE: Equipe de Obra (2012, p. 18)

As membranas moldadas in loco são resultado da aplicação de produtos impermeabilizantes, a seco ou a frio, que, quando secos, formam uma capa impermeabilizante.

São indicados para locais com áreas pequenas a serem impermeabilizadas, pois não tem emendas e são de fácil aplicação, conforme quadro 6.

QUADRO 6 – Classificação das membranas moldadas *in loco*

PRODUTO	CARACTERÍSTICAS	APLICAÇÕES
Asfaltos moldados a quente	É o sistema mais tradicional do Brasil, utilizado desde o início de impermeabilização de edificações no País. Consiste da moldagem de uma membrana impermeabilizante por meio de sucessivas demãos, de asfalto derretido intercaladas com telas ou mantas estruturantes. Ideal para áreas de pequenas dimensões, e lajes médias ou com muitos recortes. A produtividade da aplicação é baixa.	Cozinhas, banheiros, áreas de serviço, lajes de cobertura, terraços, tanques, piscinas, reservatório, etc.
Soluções e emulsões asfálticas	Produtos compostos por misturas de asfalto, modificadas ou não por polímeros, em água ou solvente. São aplicados a frio como primers ou como impermeabilização de áreas molháveis internas, estruturada com telas. O tempo de cura costuma ser maior em comparação com os demais sistemas impermeabilizantes.	Principalmente como pintura de ligação, e como impermeabilizantes em pequenas lajes, banheiros, cozinhas, áreas de serviço e floreiras
Membranas de poliuretano	Impermeabilizante bicomponente aplicado a frio, com grande estabilidade química, aderência a diversos tipos de superfícies, elasticidade e resistência a altas temperaturas. Suas características o credenciam para aplicação em ambientes mais agressivos.	Lajes e áreas molháveis, tanques de efluentes industriais e esgotos, reservatórios de água potável.
Membrana de poliureia	Revestimento aplicado a spray com equipamento de pulverização. Indicado para áreas onde a velocidade de liberação da área é crítica, já que sua cura é muito rápida (da ordem de minutos). Depois de aplicado, tem grande elasticidade e resistência química e mecânica.	Pisos industriais, revestimentos internos de tanques, tanques de tratamento de água e efluentes, piscinas, lajes e telhados.
Membrana acrílica	É formado por resina acrílica normalmente dispersa em água, executada com diversas demãos intercaladas por estruturante. Resistente aos raios solares (ultravioleta), deve ser aplicada em superfícies expostas e não transitáveis. Deve, ainda, ser usada em áreas mais inclinadas (maior que 2%), para que a água não se acumule sobre a superfície e danifique o sistema.	Sheds, coberturas inclinadas, abóbadas, telhas pré-moldadas ou equivalentes.

PRODUTO	CARACTERÍSTICAS	APLICAÇÕES
Resina termoplástica	As resinas termoplásticas são impermeabilizantes flexíveis bicomponentes, composta por uma parte líquida (resina acrílica) e outra em pó (cimento aditivado). Misturados, formam uma pasta que é aplicada com broxa em várias demãos, estruturadas ou não com telas de poliéster. Não resiste à pressão negativa da água (a partir da parede).	Piscinas, reservatórios de água potável, pisos frios e rodapés de paredes de drywall.

FONTE: Equipe de Obra (2012, p. 19)

As membranas sintéticas são membranas pré-fabricadas, e são feitas de matérias sintéticas e flexíveis, como PVC, PEAD, TPO, entre outros. São usadas também em edificações, mas seu uso é mais comum em lugares amplos como aterros sanitários e lagos artificiais, pois conseguem evitar o contato do fluido com o substrato.

QUADRO 7 – Classificação das membranas sintéticas

MATERIAL	CARACTERÍSTICAS	APLICAÇÕES
PEAD	As geomembranas de polietileno de alta densidade (PEAD) têm em sua composição cerca de 97,5% de polietileno virgem e 2,5% de fuligem (negro de fumo), responsável pela resistência aos raios ultravioleta. Também contém adições de substâncias químicas que aumentam a resistência do produto a intempéries, ao calor e à degradação.	Aterros sanitários, lagoas de rejeitos industriais, tanques de Estação de Tratamento de Esgoto, lagos artificiais e tanques de criação de peixes
EPDM	O etileno-propileno-dieno-monômero (EPDM) é um tipo de borracha que pode ser bastante esticada, isso permite que a geomembrana feita com o material se molde a praticamente qualquer tipo de superfície. O material também é usado na fabricação de mantas para coberturas, com fixação mecânica ou aderida.	Reservatórios, lagos artificiais e tanques de criação de peixes, canais de irrigação (geomembranas); coberturas (mantas).

MATERIAL	CARACTERÍSTICAS	APLICAÇÕES
PVC	As mantas de PVC podem ser empregadas na impermeabilização de estruturas de concreto (túneis, lajes, subsolos, etc.) e coberturas. As mantas desenvolvidas para coberturas são resistentes aos raios solares e podem ficar expostas às intempéries, também há mantas resistentes à penetração de raízes e micro-organismos.	Túneis, subsolo, fundações, telhados e coberturas.
TPO	Essas membranas são fabricadas com material termoplástico flexível reforçado com uma malha de poliéster. Têm grande resistência a rasgos, perfurações, bactérias, raios solares e ações climáticas.	Coberturas.

FONTE: Equipe de Obra (2012, p. 20)

Por terem diferentes características e finalidades, é importante que as indicações oferecidas pelos fabricantes sejam seguidas detalhadamente, como veremos a seguir.

4.4 EXECUÇÃO

O desempenho da impermeabilização está diretamente relacionada à mão-de-obra e ao material que serão empregados. Como visto anteriormente, os produtos devem ser cautelosamente escolhidos e colocados detalhadamente no projeto, que deve ser compatibilizado com os demais projetos, como arquitetônico, estrutural, hidrossanitário e elétrico, e ajustado se necessário.

A mão-de-obra deve ser especializada, e, de acordo com a ABNT NBR9574:2003 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1986) deve atender a algumas obrigatoriedades, que vão desde as mais básicas, como conter:

- Os documentos a serem entregues para o executante, incluindo o projeto de impermeabilização;
- Os serviços a serem realizados e o modo de medição dos mesmos;
- As especificações dos produtos e da forma que deverão ser empregados;

Até as mais específicas, onde são citados os detalhes de execução, como:

- Precisão nas particularidades do projeto;
- Argamassa que deve cobrir as cavidades existentes no local, que deve conter cimento e areia, em um traço (1:3);
- Forma de tratamento de trincas e fissuras, que depende do sistema a ser empregado;
- Umidade do substrato antes da impermeabilização, cabendo essa decisão ao executante;
- Arredondamento dos cantos obedecendo o raio indicado para cada produto;
- Limpeza da superfície antes do procedimento, que deve estar livre de partículas soltas;
- escoamento d'água, que deve ter no mínimo 1,0% de caimento em direção aos coletores,
- Resistência da estrutura, que deve ser compatível com o produto impermeabilizante;
- Necessidade da regularização com argamassa, quando a substrato não oferecer as condições básicas para a execução;
- Atenção para os detalhes das partes pequenas, como ralos, emendas e rodapés;
- Proteção do local contra as ações do clima, durante a execução, quando necessário;

- Proibição do tráfego no local, durante o tempo indicado para cada produto;
- Atenção para as normas de segurança durante a execução das impermeabilizações moldadas a quente;
- Teste da lâmina d'água, onde, segundo MARIANE (2012), após o processo de impermeabilização, deve ser mantida uma lâmina de água com 10 cm de altura por um tempo de 72 horas, para verificação da eficiência do conjunto;
- Processo a ser seguido novamente, caso seja obrigatório interromper o procedimento.

Apesar disso, nos locais onde são realizadas os trabalhos de impermeabilização, em sua grande maioria os defeitos ocorrem pela desqualificação do executante e não por defeito do produto. Isso porque comumente a construção civil é um mercado informal e a mão-de-obra, no caso da impermeabilização, por falta do projeto específico, acaba seguindo somente os dados fornecidos pelos produtos, e se especializa através das próprias experiências profissionais.

Por isso, além dos cuidados que devem ser tomados para elaborar um projeto exequível, esse precisa ser de fácil interpretação para os executores, que devem possuir um mínimo de conhecimento sobre impermeabilização, e é importante que a execução seja bem feita, pois além de proteger a estrutura do edifício contra ações exteriores, a mesma garante que a edificação não sofrerá danos irreversíveis internos, causados pela umidade, comprometendo a estabilidade do mesmo, sendo esse de grande, médio ou pequeno porte.

4.5 PATOLOGIAS

As patologias consequentes da falha ou ausência da impermeabilização são resultado do excesso de umidade no edifício, e essas, segundo Lersch (2003), podem ser:

- Umidade de infiltração, que é a passagem de umidade da parte externa para a parte interna, através de trincas ou da própria capacidade de absorção do material;
- Umidade ascensional, que é a umidade originada do solo, e sua presença pode ser notada em paredes e solos;
- Umidade por condensação, que é consequência do encontro do ar com alta umidade, com superfícies apresentando baixas temperaturas, o que causa a precipitação da umidade;
- Umidade de obra, que é basicamente a umidade presente na execução da obra, como em argamassas e concreto;
- Umidade acidental, que é o fluido gerado por falhas nos sistemas de tubulações, e que acabam ocasionando infiltração.

Após a análise dos tipos de umidade, das condições da obra, e das obrigatoriedades que as normas relacionadas estipulam, pode-se chegar ao sistema que será utilizado. Consequentemente serão de conhecimento os produtos mais viáveis, que, por causa da diversidade encontrada no mercado, para melhor desempenho, é recomendado o treinamento da mão-de-obra responsável pelo procedimento, ou firmar contrato com empresas especializadas no assunto, pois como visto anteriormente, a grande maioria dos erros relacionados a impermeabilização são cometidos por parte da mão-de-obra. Nesses casos é necessária a fiscalização, e seguindo esse raciocínio, Righi (2009) afirma que, o controle da execução da impermeabilização é fundamental para sua eficácia e o mesmo deve ser feito pela empresa aplicadora e pelo responsável da obra.

Porém, mesmo com a divulgação da importância desse processo, é comum a falta de impermeabilização nas obras, e a sua ausência, ou falhas no serviço podem gerar vários transtornos.

Dentre as principais manifestações patológicas, Storte (2011) as divide em dois grupos:

Grupo 1. Manifestações provocadas pela infiltração d'água, devido à ausência ou falha da impermeabilização.

Grupo 2. Manifestações originárias do processo construtivo, que podem provocar danos à impermeabilização.

Grupo 1.

- Corrosão das Armaduras

A corrosão das armaduras é uma das mais comuns manifestações patológicas, e podem ser causadas por vários motivos:

- Recobrimento das armaduras abaixo do recomendado,
- Concreto mal executado, acarretando elevada porosidade e fissuras de retração. Além da formação de nichos de concretagem, devido ao traço, vibração ou formas incorretos.
- Deficiência de cura do concreto, causando fissuras, porosidade excessiva e diminuição da resistência.

- Carbonatação do Concreto

Como conhecido, a reação do cimento com a água resulta em compostos hidratados. Dessa reação resulta o hidróxido de cálcio, que em combinação com os hidróxidos ferrosos do aço formam uma capa protetora para a armadura. A carbonatação do concreto, que ocorre em concretos porosos ou com baixo cobrimento das armaduras reduz a alcalinidade do concreto, tendo como consequência a destruição da capa da armadura, permitindo o início do processo de corrosão, quando em presença de água, oxigênio e diferença de potencial da armadura.

- Eflorescência

A eflorescência é constituída de sais de metais alcalinos e alcalino-ferrosos. Expostos à água, estes sais se dissolvem e vão para a superfície e a evaporação da água resulta na formação de depósitos salinos. Ela pode alterar a aparência do elemento onde se deposita e até causar degradação do mesmo.

Grupo 2.

- Trincas e fissuras em estruturas de concreto

Dentre as manifestações patológicas das estruturas de concreto, as trincas são de peculiar importância, pois podem ser problemas relacionados ao

revestimento, avisar um suposto problema estrutural ou indicar problemas de estanqueidade.

Elas podem surgir por diversos motivos, dentre os quais:

Variações térmicas

Os componentes de uma estrutura de concreto estão sujeitas a variações térmicas, o que provocam variação na sua dimensão. Estes movimentos são restringidos pelos vínculos que envolvem os materiais, gerando tensões que podem provocar trincas ou fissuras.

Deformação excessiva da estrutura

As estruturas que são feitas de concreto armado deformam-se sob ação de cargas, podendo essas serem permanentes ou acidentais. Durante o cálculo estrutural a flecha admitida por norma não compromete a estabilidade ou o efeito estético, porém se verificada inadequadamente pode gerar deformações, que comprometem as alvenarias e outros componentes ligados à estrutura, formando fissuras ou trincas.

Recalques diferenciais

O solo pode se deformar de maneira desigual por efeito das cargas das fundações, gerando recalques diferenciais que resultam em deslocamentos variáveis, provocando ocorrência de trincas e fissuras.

Retração hidráulica

O concreto ou argamassa pode variar seu volume conforme sua absorção de água, retraído quando seca e expandindo quando a absorve. Estas variações são inerentes ao concreto e argamassas.

A diferença no traço do concreto e argamassas causa maior ou menor retração, podendo-se evitar problemas com os seguintes métodos:

- menor relação água/cimento, tornando o concreto menos poroso;
- maior teor de agregados;
- correta hidratação.

Falhas de concretagem

As falhas de concretagem geram uma superfície desagregada ou de baixa resistência, e são responsáveis por grande parte das patologias de corrosão das armaduras, que geram fissuras no concreto e expansão das armaduras.

Recobrimento das armaduras

A ausência de recobrimento adequado das armaduras pode gerar corrosão das armaduras, tendo como manifestação a inutilização da capa de cobrimento das armaduras, facilitando o contato com a umidade, podendo gerar fissuras, corrosão da armadura, e dilatação do concreto.

Chumbamento de peças

As tubulações ou peças emergentes devem ser rigorosamente fixadas à superfície, para que seu suposto deslocamento não prejudique o substrato, causando fissuras, nem a impermeabilização empregada nesses locais.

Independente dos motivos do surgimento das fissuras, que podem ou não estar relacionados à umidade, elas são sempre prejudiciais a estanqueidade da edificação, pois facilitam a passagem de fluidos e permitem o aumento de umidade, além de que, se existentes no local antes do processo de impermeabilização, e não forem devidamente reparadas, causam sérios danos ao sistema, podendo inutilizá-lo.

5 METODOLOGIA

Esse trabalho será baseado em três tipos de pesquisas:

- Exploratória, utilizando os levantamentos bibliográficos feitos através de pesquisas em livros, revistas, teses, normas técnicas e dissertações sobre o assunto;
- Descritiva, onde serão realizadas visitas em obras e observada a presença de patologias resultantes do excesso de umidade por falha ou ausência do sistema de impermeabilização;
- Explicativa, visando obter dados através do estudo dos casos, da razão dos problemas ocorridos, e dos métodos de recuperação que podem ser empregados.

Dadas essas condições, serão realizados estudos e acompanhamento em obras para complementar as pesquisas relacionadas a esse assunto, a fim de rever os principais erros que resultam nesse tipo de patologia, e os principais danos que essas causam às obras.

Assim, seguem as etapas:

Revisão bibliográfica, que selecionará os principais tipos de impermeabilização, as situações em que são recomendados seu uso, seus principais tipos de produtos, e o modo de aplicação dos mesmos.

Análise das obras, onde serão escolhidas aleatoriamente 10 (dez) residências unifamiliares, de pavimento único, com problemas similares, resultantes do excesso de umidade no local, e verificadas as causas desses problemas. Além disso, as casas são de área igual ou inferior a 120,00m², por ter o maior índice de obras registradas nessa faixa de área, segundo dados retirados da Secretaria de Obras de Campo Mourão e existem a mais de 3 anos, que é tempo suficiente para que problemas resultantes de infiltrações se tornem visíveis.

As verificações ocorrerão através das seguintes maneiras:

- Questionário apresentado ao atual morador, com 10 questões relacionadas ao projeto, execução e patologias na residência, contendo exemplo anexado;

- Imagens de patologias provavelmente resultantes de excesso de umidade no local;

A partir das informações adquiridas, serão estudadas formas para soluções que podem ser adotadas, conforme as necessidades de cada edificação, para correção dos problemas encontrados, verificando a finalidade dos produtos de acordo com as normas específicas e recomendações dos fabricantes.

6 RESULTADOS

As patologias consequentes do excesso de umidade podem ser verificadas através de alguns danos que as construções apresentam. As mais comuns, que podem ser analisadas sem a necessidade de um estudo aprofundado de um profissional especializado são as mais visíveis, e logo, mais fáceis de diagnosticar. Entre essas, estão as fissuras, mofo, bolhas nas paredes e descolamento de pisos e azulejos.

Assim, foram visitadas um total de 13 residências, para que pudessem se enquadrar na ideia original deste projeto, com o mínimo de 10 residências, em diferentes bairros da cidade de Campo Mourão – PR, as quais existem a mais de 3 anos, e que possuem área menor ou igual a 120m². Nessas visitas, inicialmente foi exibido um questionário ao responsável pela casa, contendo perguntas objetivas sobre a impermeabilização do local e a existência de patologias na residência. As questões foram limitadas a somente 10, para não causar desconforto ao entrevistado, e foram feitas num vocabulário de fácil compreensão, restringindo-as ao assunto de moradia e de problemas que podem indicar erros relacionados a impermeabilização.

Dentre os 10 questionários selecionados, pôde-se retirar as porcentagens apresentadas a seguir, apesar desse trabalho não possuir finalidade de análises estatísticas, por causa do pequeno número de amostras:

1. Em 70% dos casos quem respondeu o questionário era proprietário da residência;
2. Em 100% dos casos a construção existe a mais de 3 anos (requisito para se encaixar no projeto);
3. Em 100% dos casos a residência possui área menor que 120m² (requisito para se encaixar no projeto);
4. Em 20% dos casos, o morador teve acesso ao projeto arquitetônico ou acompanhou a construção;

5. Em 0% dos casos o morador teve conhecimento sobre algum projeto de impermeabilização da construção;
6. Em 10% dos casos o entrevistado afirmou sobre a utilização de algum produto impermeabilizante na construção.
7. Em 100% dos casos a construção apresentou problemas relacionados a umidade;
8. Em 60% dos casos foram marcadas as 4 opções de patologias informadas no questionário;
9. Em 90% dos casos a residência já passou por reforma para corrigir problemas de construção relacionados a umidade, na vista do morador;
10. Em 50% dos casos a construção passou por reformas dentro do período de 1 a 3 anos.

Em seguida, foi pedida a permissão para fotografar alguns locais críticos das casas, que apresentassem problemas visíveis e que aparentemente fossem consequentes do excesso de umidade.

Nessa etapa, anteriormente, foi necessário o estudo dos tipos de patologias que o excesso de umidade pode causar em uma construção.

6.1 FISSURAS

Inicialmente, houve o estudo das fissuras provenientes de movimentações higroscópicas. De acordo com a revista *Téchne* 36 (1998), as fissuras podem ser consequências de diversos problemas, podendo ser diferenciadas entre as causadas por movimentações higroscópicas, movimentações térmicas, as causadas pela atuação de sobrecargas, por recalques das fundações e as causadas por retração de produtos à base de cimento.

Segundo Thomaz (1989) o aumento do teor da umidade causa uma expansão do material, enquanto que a diminuição desse teor provoca uma contração do material, as mudanças higroscópicas provocam essas variações dimensionais que

exercem grande influência nas características de deformabilidade das alvenarias. Essa variação volumétrica pode causar fissuras, tendo formato semelhante às causadas por retração.

Segundo Valle (2008) as fissuras ou trincas provocadas por variação de umidade dos materiais de construção são muito semelhante às aquelas provocadas pelas variações de temperatura. Valle (2008) afirma ainda que a quantidade de água absorvida por um material de construção depende de dois fatores: porosidade e capilaridade, sendo a capilaridade o fator mais importante que rege a variação do teor de umidade dos materiais. Na secagem de materiais porosos, a capilaridade provoca o aparecimento de forças de sucção, responsáveis pela condução da água até a superfície do componente, onde ela será posteriormente evaporada. Logo, deixando de se impermeabilizar, nos elementos construtivos que tenham contato com o solo, os poros desses materiais exercem uma força de sucção, absorvendo água e conseqüentemente transferindo para os demais elementos da construção.

Thomaz (1989) afirma que por causa da presença de umidade, as fissuras provocadas pelo excesso da mesma podem se manifestar em qualquer local da alvenaria, mas principalmente junto às bases das paredes, provocadas pela umidade ascendente, onde na maioria das vezes há a presença de eflorescências facilitando o diagnóstico. Além disso, elas também aparecem frequentemente em formas verticais, da altura do pé direito da parede.

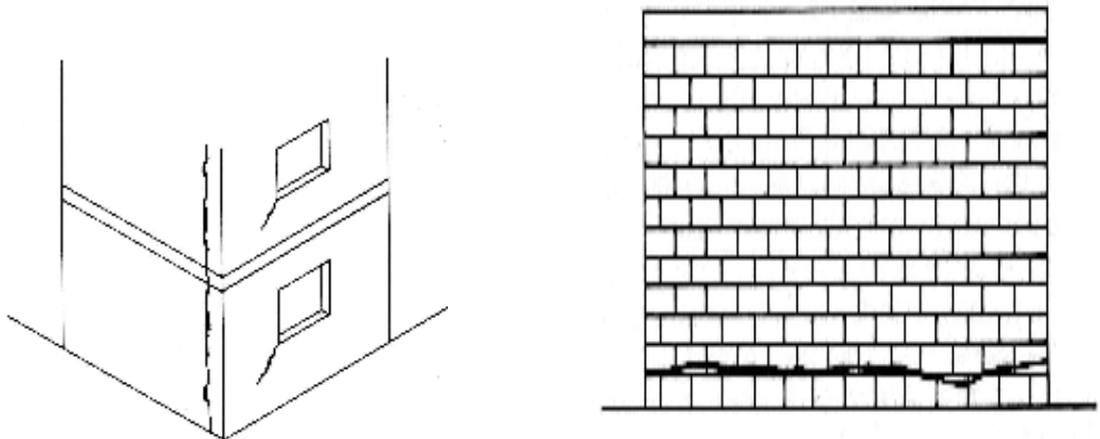


Figura 1 – Fissuração vertical da alvenaria no canto da obra e fissura horizontal na base de alvenaria provocada por movimentação higroscópica.
 Fonte: Thomaz (1989)



Figura 2 – Exemplos de fissuras verticais ao longo da parede.

Conforme Thomaz (1989), as fissuras horizontais por expansão da alvenaria são causadas pelas movimentações higroscópicas por absorção de umidade de seus elementos constituintes. Ao absorver a umidade, tijolos, blocos e argamassas podem sofrer expansão e gerar movimentação diferenciada entre fiadas da alvenaria ou entre os tijolos e a junta de argamassa. Neste caso as fissuras são predominantemente horizontais.

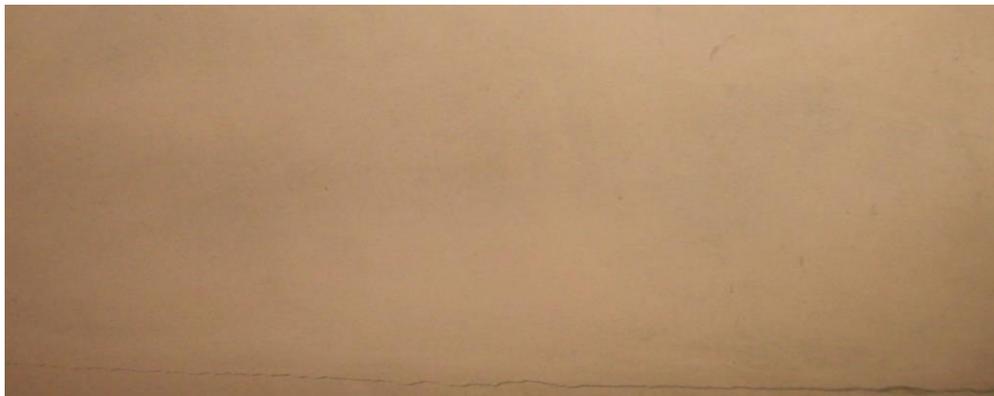


Figura 3 – Exemplo de fissura horizontal na base da parede.

Em algumas fissuras era possível ver a presença de manchas e mofos, indicando que sua causa é o excesso de umidade.



Figura 4 – Fissuras, manchas e mofos em parede externa coberta.

Possíveis intervenções para a patologia identificada:

Segundo Júnior (1997) do ponto de vista da recuperação é sempre recomendável considerar as fissuras como ativas, pois mesmo corrigindo as causas que lhes deram origem, pequenas mudanças em sua abertura continuam a ocorrer em função das variações térmicas e higroscópicas da alvenaria e do próprio revestimento.

Assim sendo, uma forma de proporcionar maior capacidade de deformação seria com a adição de polímeros ou fibras às argamassas utilizadas, ou utilizar uma

argamassa flexível própria de recuperação. Além disso Thomaz (1989) recomenda também o uso da tela metálica, para auxiliar a argamassa. Apesar das origens das fissuras serem diversas, geralmente elas são recuperadas do mesmo modo, que inclui a abertura das mesmas, em seguida, há a verificação de vazamentos em tubulações hidráulicas próximo ao local. A abertura deve ser limpa com material que estanqueie o revestimento em volta da mesma, deve-se esperar a secagem total da região, e em seguida, aplica-se a argamassa flexível, recuperando o local e prevenindo problemas semelhantes.

Houve o caso de uma residência em que os reparos em fissuras estavam sendo executados e foi possível acompanhar essa correção, e comparar com os métodos recomendados, conforme figuras 5 e 6:

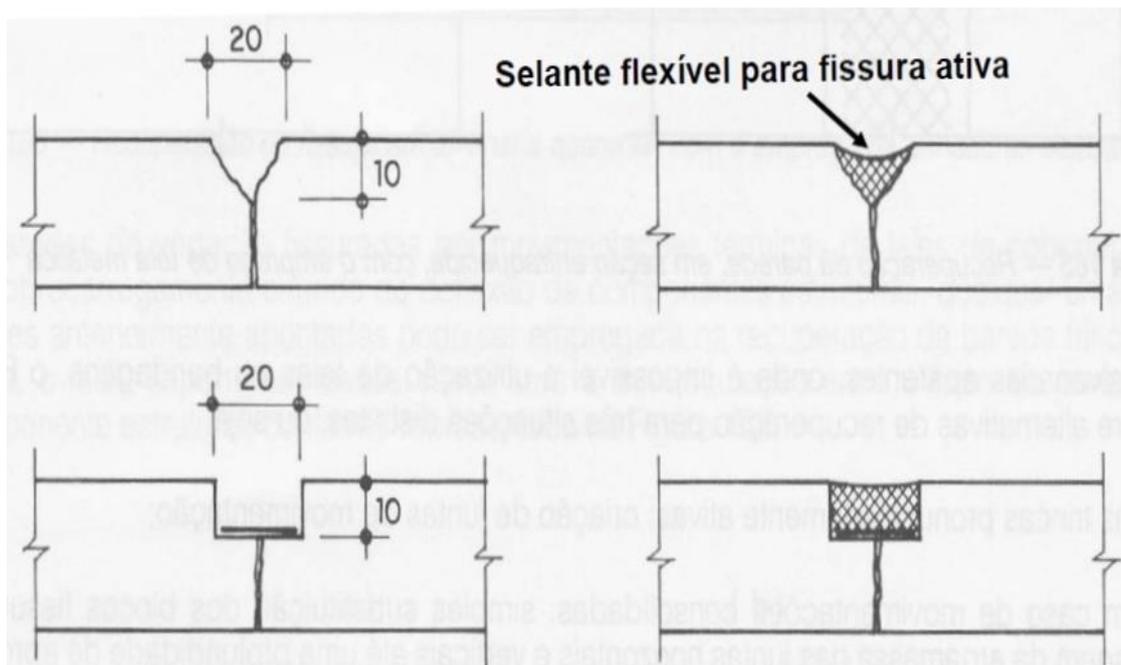


Figura 5 – Modo de recuperação de fissuras recomendado.
Fonte: Thomaz (1989)



Figura 6 – Recuperação de fissura em uma das residências visitadas.

6.2 MOFO

Também foi possível perceber a existência de mofo, que se prolifera com facilidade em paredes expostas à umidade, e que geralmente não tem contato com a luz. Essa umidade pode ser proveniente do excesso da mesma no ar devido ao clima, a erros construtivos ou à umidade interna da parede, adquirida pela capilaridade, por erro ou falta de impermeabilização.



Figura 7 – Presença de mofo em parede interna, sem exposição à umidade.



Figura 8 – Presença de mofo em parede interna, com exposição à umidade.



Figura 9 – Presença de mofo em muro com exposição à umidade.

Possíveis intervenções para a patologia identificada

Em casos mais graves, segundo Letícia (2009) para se retirar o mofo das paredes, antes devem ser verificados vazamentos ou infiltrações. Se não houver, deve ser retirada a camada de pintura e passado um produto selador. Após a secagem, deve ser refeita a pintura. Já em casos mais leves, a área com mofo deve ser limpa com produtos desinfetantes, que evitem a proliferação destes fungos novamente no local.

6.3 PROBLEMAS GERAIS NA PINTURA

Além de fissuras e mofo, notou-se também o surgimento de bolhas, manchas e descascamento nas pinturas de algumas paredes. Esses problemas podem surgir por vários motivos, como a má aplicação da tinta, o tempo de espera de secagem do reboco e o excesso de umidade.

Segundo Valle (2008) dentre esses problemas, os únicos que geralmente não aparecem logo após a aplicação da tinta são os causados pela umidade. Ainda assim, existem os causados pela umidade do ar, vazamento de instalações hidráulicas e por infiltrações, estes últimos podem ser observados quando existem danos irreversíveis no reboco, alvenaria ou até mesmo na estrutura. Se manchas ou bolhas aparecem no meio da parede ou no forro, são indicação de infiltração por tubulação hidráulica e devem ser verificados se não existem vazamentos, se existir, devem ser consertados. Já os problemas causados por infiltração de umidade do solo podem ser evitados com uma correta impermeabilização da viga baldrame.



Figura 10 – Bolhas em parede interna.



Figura 11 – Descascamento de tinta em parede externa, coberta.

Possíveis intervenções para a patologia identificada

A correção dos locais com bolhas deve ser realizada da seguinte maneira, segundo Letícia (2009):

Deve-se remover todas as bolhas ou manchas, partes soltas e mal aderidas com uso de espátula, escova de aço e lixa. Em seguida aplica-se um fundo preparador para paredes à base de água, e após sua secagem, deve-se nivelar a superfície com massa acrílica (áreas externas ou molháveis) ou massa corrida (áreas secas) e refazer a pintura.

6.4 DESCOLAMENTO DE PISOS E AZULEJOS

Também foi possível perceber a presença em alguns casos, do destacamento de pisos e azulejos, que, segundo Campante (2001) ocorrem pela perda de aderência das placas cerâmicas ao substrato, ou da argamassa colante. Isso ocorre devido à expansão dessas placas. Segundo Assis (2009), essa expansão pode ser

derivada de diversas causas, como deformação no concreto armado, movimentações térmicas ou movimentações higroscópicas, estudadas nesse caso.

Logo foram vistos azulejos em áreas cobertas, sem exposição à intempéries, para aumentar a probabilidade da causa do destacamento ser por movimentações higroscópicas causadas pela falta de impermeabilização.

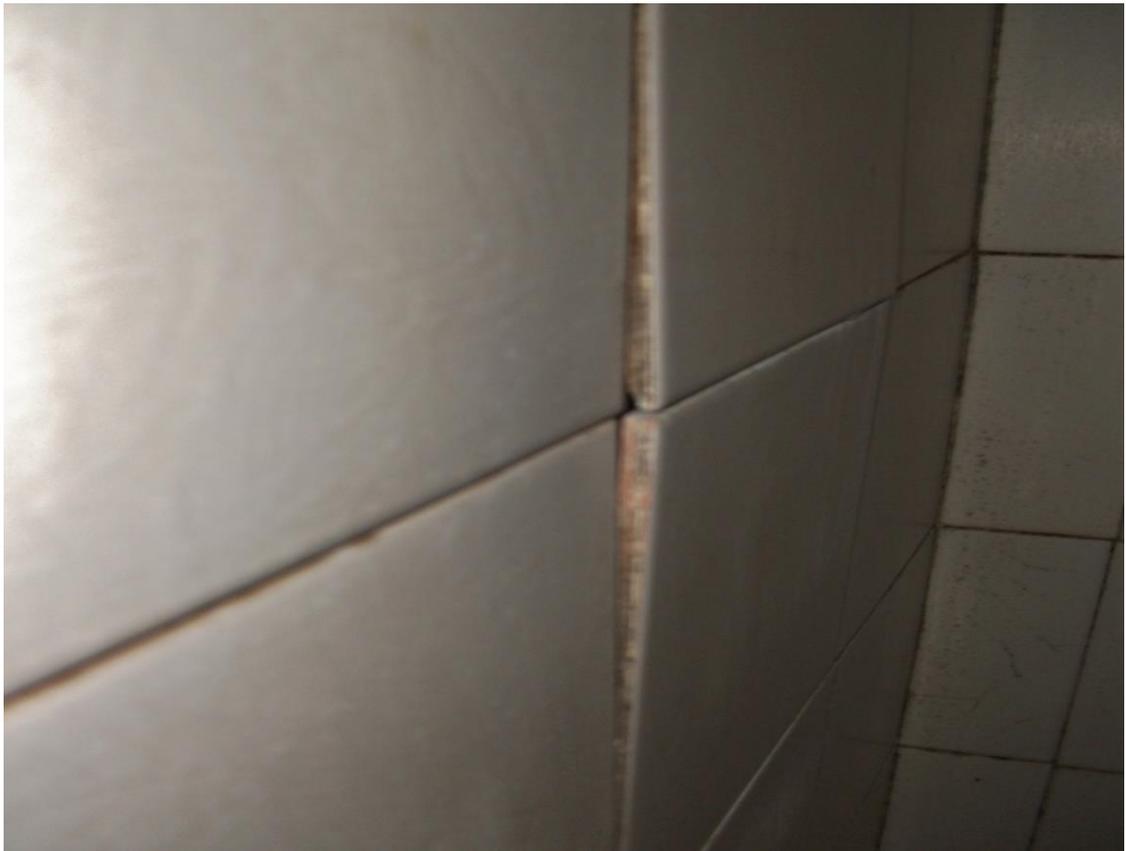


Figura 12 – Destacamento de azulejo em banheiro.



Figura 13 – Destacamento de azulejo em parede externa coberta.



Figura 14 – Descolamento de piso.

Possíveis intervenções para a patologia identificada

Nesses casos, segundo Assis (2009) a solução encontrada é a retirada total do revestimento, chegando até o emboço, para refazer o serviço. Antes de refazê-lo, é necessário verificar se não há vazamento na tubulação hidráulica, então, a superfície deve ser limpa e o serviço refeito, conforme a NBR7200 (1998), que explica o procedimento de modo correto. Além disso deve ser utilizada alguma argamassa polimérica bicomponente, à base de cimento, que serve para auxiliar a estanqueidade na parede, e evitar problemas futuros no mesmo local.

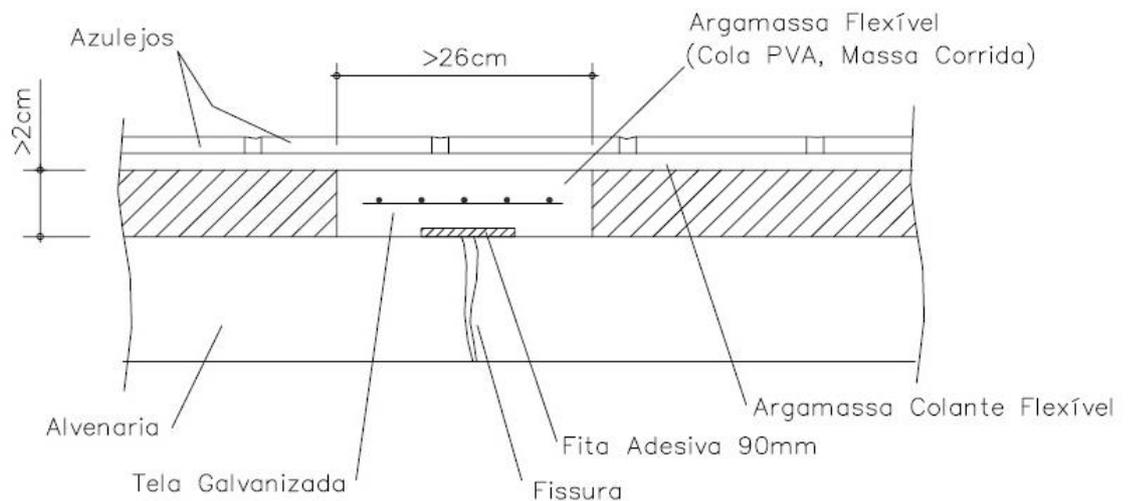


Figura 15 - Recuperação de paredes revestidas com azulejos.
Fonte: Thomaz (1989)

6.5 CASOS DIVERSOS

Em alguns banheiros também foram vistos os danos que a falta de impermeabilização causam em torno dos ralos, onde sofrem exposição frequente à umidade e contato com o piso ou contra-piso, o que, sem uma adequada proteção, acabam se deteriorando.



Figura 16 – Região em torno do ralo apresentando problemas por falta de impermeabilização.

Notou-se também muitos problemas com goteiras, por falta de impermeabilização nas lajes de forro.



Figura 17 – Presença de goteiras em laje de forro, prejudicando parede.



Figura 18 – Presença de umidade em laje.

7 CONCLUSÃO

Com este trabalho foi possível observar algumas das inúmeras patologias que a falta de impermeabilização causa nas residências e o quanto isso é prejudicial à construção e até à saúde dos moradores.

Notou-se também que o ocorrido deve-se ao fato de não constar em normas a obrigatoriedade de um projeto de impermeabilização em residências unifamiliares, que dispõe aos responsáveis pelas obras a escolha de optar ou não por utilizar serviços e produtos impermeabilizantes. Apesar de ser um serviço que custa uma pequena porcentagem no custo total da obra, por ser algo que se torna invisível na obra depois de concluída, os responsáveis acabam optando por não utilizá-lo, ou utilizá-lo de maneira errônea.

As falhas relacionadas à impermeabilização, são geralmente causados por falta de especialização de mão-de-obra, que juntamente com a falta de um projeto específico, torna o processo ineficiente.

Além disso, a execução desse processo só é viável economicamente se feito durante a execução da obra, pois os métodos de correção dificilmente incluem impermeabilizar os locais atingidos com os produtos inicialmente indicados, já que estes devem ser aplicados antes do revestimento.

Para uma total solução para as patologias encontradas, deverá ser feito um estudo aprofundado de cada caso, uma vez que o presente trabalho teve como objetivo uma identificação de patologias apenas de caráter superficial.

Portanto, se tratando de impermeabilização em residências unifamiliares, nota-se que os problemas surgem já na teoria e se prolongam na prática, tanto com os profissionais especializados responsáveis pela obra quanto com a mão-de-obra.

REFERÊNCIAS

_____. **IBI** – Instituto Brasileiro de Impermeabilização. Disponível em: <<http://www.ibibrasil.org.br/>>. Acesso em: 17 jul.2012

ABNT NBR 8083: **Materiais e sistema utilizados em impermeabilização**. Rio de Janeiro, 1983.

ABNT NBR 9574: **Execução de impermeabilização**. Rio de Janeiro, 1986.

ABNT NBR 9575: **Seleção e projeto de impermeabilização**. Rio de Janeiro, 2003.

ABNT NBR 9689: **Emulsões asfálticas sem carga para impermeabilização**. Rio de Janeiro, 1986.

ABNT NBR 9952: **Mantas asfálticas com armadura para impermeabilização**. Rio de Janeiro, 1998.

ABNT NBR 11905: **Sistema de impermeabilização com cimento impermeabilizante e polímeros**. Rio de Janeiro, 1992.

ABNT NBR 13532: **Elaboração de projetos de edificações – Arquitetura**. Rio de Janeiro, 1995.

ASSIS, Daniel C. **Causas e origens das patologias no sistema revestimento cerâmico de fachada**. 2009. 48f. Trabalho de Conclusão de Curso – UTFPR, Campo Mourão – PR, 2009.

CAMPANTE, E. F. **Metodologia para diagnóstico, prevenção e recuperação de manifestações patológicas em revestimento cerâmico de fachadas**. São Paulo, 2001. Tese de Doutorado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Como Impermeabilizar. Equipe de Obra. Pini, São Paulo: ano VIII, fev. 2012. Ed. 44.

JÚNIOR, Alberto C. L. **Sistemas de recuperação de fissuras da alvenaria de vedação: avaliação da capacidade de deformação.** São Paulo, 1997. Dissertação de Mestrado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

LERSCH, Inês M. **Contribuição Para a Identificação dos Principais Fatores de degradação em edificações do patrimônio cultural de Porto Alegre. Porto Alegre.** 2003. 180 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003.

LETÍCIA, Júnia. **Eliminação de mofo.** Guia da obra. Minas Gerais, ago. 2009. Disponível em: <<http://www.guiadaobra.net/forum/decoracao/eliminacao-mofo-t359.html>>. Acesso em: 02 mar. 2013.

LONZETTI, F. B. **Impermeabilizações em Subsolos de Edificações Residenciais e Comerciais.** 2010. 59 f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

MARIANE, Aline. **Impermeabilização Moldada In Loco.** Revista Guia da Construção On Line, São Paulo, ed. 130, mai. 201AL2. Disponível em: <<http://revista.construcaomercado.com.br/guia/habitacao-financiamento-imobiliario/130/artigo257702-1.asp>> Acesso em: 02 ago. 2012.

REVISTA TÉCNICA. **As causas de fissuras, parte 1.** pág. 44. - Ed. Pini - Edição nº 36. 1998.

RIGHI, Geovane. V. **Estudo dos Sistemas de Impermeabilização: Patologias, Prevenções e Correções – Análise de Casos.** 2009. 94 f. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Maria, 2009.

RIPPER, Ernesto. **Manual Prático de Materiais de Construção: Recebimento, transporte interno, estocagem, manuseio e aplicação.** São Paulo: Pini, 1995. 252p.

STORTE, Marcos. Manifestações Patológicas na Impermeabilização de Estruturas de Concreto em Saneamento. **Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura,** São Paulo, 18 nov. 2011. Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=20&Cod=703>>. Acesso em: 23 abr. 2012.

THOMAZ, E. **Trincas em Edifícios: causas, prevenção e recuperação**. São Paulo: Pini, EPUSP, IPT, 1989.

VALLE, Juliana B S. **Patologia das alvenarias**. 2008. 72f. Monografia – Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

APÊNDICE: QUESTIONÁRIO DE PESQUISA

1. Você é o/a proprietário/a da residência?
 SIM NÃO
2. A construção existe a mais de 3 anos?
 SIM NÃO
3. A residência possui área igual ou inferior a 120m²?
 SIM NÃO
4. Você teve acesso aos projetos construtivos ou acompanhou a construção?
 SIM NÃO
5. Tem conhecimento sobre a existência do projeto de impermeabilização da construção?
 SIM NÃO
6. Sabe informar se foi realizado algum serviço relacionado a impermeabilização, durante a execução da obra?
 SIM NÃO
7. A residência apresentou algum problema de construção relacionado ao excesso de umidade?
 SIM NÃO
8. Se sim, qual/quais?
 FISSURAS/TRINCAS MOFOS
 BOLHAS NAS PAREDES
 DESCOLAMENTO DE PISOS OU AZULEJOS OUTROS
9. A residência já passou por alguma reforma por causa de problemas de construção, relacionados ao excesso de umidade?
 SIM NÃO
10. Se sim, há quanto tempo?
 ATÉ 6 MESES DE 6 MESES A 1 ANO
 DE 1 A 3 ANOS MAIS DE 3 ANOS

Obrigada.